

Rec'd PCT/PTO

31 JAN 2003

10/522687

PCT/JP03/09649

30.07.03

本 国 特 許  
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 22 AUG 2003

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-225052

[ST.10/C]:

[JP2002-225052]

出 願 人

Applicant(s):

パイオニア株式会社

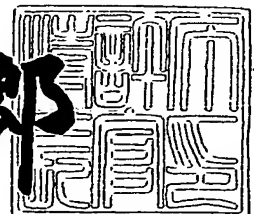
**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 1月14日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2002-3105448

【書類名】 特許願

【整理番号】 57P0182

【提出日】 平成14年 8月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03H 1/00  
G11B 7/00

【発明の名称】 ホログラム記録再生方法及びホログラム記録再生装置

【請求項の数】 66

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 窪田 義久

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 田中 覚

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 伊藤 善尚

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 橘 昭弘

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

    【氏名】 黒田 和男

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 1 号 パイオニア株式会社 総合研究所内

【氏名】 杉浦 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000005016

【氏名又は名称】 パイオニア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079119

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤村 元彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 016469

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006557

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホログラム記録再生方法及びホログラム記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 可干渉性の参照光ビームを記録情報に応じて空間的に変調して信号光ビームを生成し、前記信号光ビームを収束して、光感応材料からなる記録媒体に入射かつ通過させ、前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折格子の領域を形成する記録行程と、

前記参照光ビームを前記回折格子の領域に照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめる再生行程と、を含むことを特徴とするホログラム記録再生方法。

【請求項 2】 前記記録媒体の前記信号光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする請求項 1 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 3】 前記入射光処理領域はその一部に線状のトラックの形態を有することを特徴とする請求項 2 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 4】 前記入射光処理領域は、前記記録媒体における前記入射光処理領域の位置情報を有することを特徴とする請求項 2 又は 3 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 5】 前記入射光処理領域は、0 次光を透過又は吸収する 0 次光用処理部と、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射する回折光用反射部を有することを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 6】 前記入射光処理領域は、0 次光を散乱又は偏向する 0 次光用処理部を有することを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 7】 前記入射光処理領域は、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射、偏向又は透過する回折光用処理部を有することを特徴とする請求項 6 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 8】 前記信号光ビームが行及び列画素のマトリクスからなる空間

光変換器により空間変調され、前記信号光ビームの回折光が前記 0 次光用処理部に照射されないように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 5～7 のいずれかに記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 9】 前記空間光変換器の行又は列の伸長方向と前記入射光処理領域の伸長方向とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 8 記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 10】 前記再生行程において、前記再生波は位相共役波を含むことを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載のホログラム記録再生方法。

【請求項 11】 可干渉性の参照光ビームを記録情報に応じて空間的に変調して信号光ビームを生成し、前記信号光ビームを収束して、光感応材料からなる記録媒体に入射かつ通過させ、前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折格子の領域を形成することを特徴とするホログラム記録方法。

【請求項 12】 前記記録媒体の前記信号光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする請求項 11 記載のホログラム記録方法。

【請求項 13】 前記入射光処理領域はその一部に線状のトラックの形態を有することを特徴とする請求項 12 記載のホログラム記録方法。

【請求項 14】 前記入射光処理領域は、前記記録媒体における前記入射光処理領域の位置情報を有することを特徴とする請求項 12 又は 13 記載のホログラム記録方法。

【請求項 15】 前記入射光処理領域は、0 次光を透過又は吸収する 0 次光用処理部と、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射する回折光用反射部を有することを特徴とする請求項 12～14 のいずれかに記載のホログラム記録方法。

【請求項 16】 前記入射光処理領域は、0 次光を散乱又は偏向する 0 次光用処理部を有することを特徴とする請求項 12～14 のいずれかに記載のホログ

ラム記録方法。

【請求項 1 7】 前記入射光処理領域は、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射、偏向又は透過する回折光用処理部を有することを特徴とする請求項 1 6 記載のホログラム記録方法。

【請求項 1 8】 前記信号光ビームが行及び列画素のマトリクスからなる空間光変換器により空間変調され、前記信号光ビームの回折光が前記 0 次光用処理部に照射されないように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 1 5 ～ 1 7 のいずれかに記載のホログラム記録方法。

【請求項 1 9】 前記空間光変換器の行又は列の伸長方向と前記入射光処理領域の伸長方向とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 1 8 記載のホログラム記録方法。

【請求項 2 0】 可干渉性の参照光ビームを記録情報に応じて空間的に変調して信号光ビームを生成し、前記信号光ビームを収束して、光感応材料からなる記録媒体に入射かつ通過させ、前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に形成された光干渉パターンによる回折格子の領域に、前記参照光ビームを、照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめることを特徴とするホログラム再生方法。

【請求項 2 1】 前記記録媒体の前記信号光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする請求項 2 0 記載のホログラム再生方法。

【請求項 2 2】 前記入射光処理領域はその一部に線状のトラックの形態を有することを特徴とする請求項 2 1 記載のホログラム再生方法。

【請求項 2 3】 前記入射光処理領域は、前記記録媒体における前記入射光処理領域の位置情報を有することを特徴とする請求項 2 1 又は 2 2 記載のホログラム再生方法。

【請求項 2 4】 前記入射光処理領域は、0 次光を透過又は吸収する 0 次光用処理部と、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射する回折光用反射部を有

することを特徴とする請求項 2 1 ～ 2 3 のいずれかに記載のホログラム再生方法

【請求項 2 5】 前記入射光処理領域は、0 次光を散乱又は偏向する 0 次光用処理部を有することを特徴とする請求項 2 1 ～ 2 3 のいずれかに記載のホログラム再生方法。

【請求項 2 6】 前記入射光処理領域は、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射、偏向又は透過する回折光用処理部を有することを特徴とする請求項 2 5 記載のホログラム再生方法。

【請求項 2 7】 前記信号光ビームが行及び列画素のマトリクスからなる空間光変換器により空間変調され、前記信号光ビームの回折光が前記 0 次光用処理部に照射されないように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 2 4 ～ 2 6 のいずれかに記載のホログラム再生方法。

【請求項 2 8】 前記空間光変換器の行又は列の伸長方向と前記入射光処理領域の伸長方向とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 2 7 記載のホログラム再生方法。

【請求項 2 9】 前記再生行程において、前記再生波は位相共役波を含むことを特徴とする請求項 2 0 ～ 2 8 のいずれかに記載のホログラム再生方法。

【請求項 3 0】 記録情報を記録媒体内において回折格子の領域として記録し、前記回折格子の領域から記録情報を再生するホログラム記録再生装置であって、

光感応材料からなる記録媒体を装着自在に保持する支持部と、

可干渉性の参照光ビームを発生する光源と、

記録情報に応じて前記参照光ビームを空間的に変調して信号光ビームを生成する空間光変換器を含む信号光生成部と、

前記信号光ビーム又は前記参照光ビームを収束して前記記録媒体内に入射かつ通過させる集光光学系を含み、前記集光光学系によって前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折

格子の領域を形成し、又は、前記参照光ビームを前記回折格子の領域に照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめる集光部と、

前記再生波により結像された記録情報を検出する検出部と、を有することを特徴とするホログラム記録再生装置。

【請求項 3 1】 前記記録媒体は、その前記信号光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする請求項 3 0 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 2】 前記入射光処理領域はその一部に線状のトラックの形態を有することを特徴とする請求項 3 1 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 3】 前記入射光処理領域は、前記記録媒体における前記入射光処理領域の位置情報を有することを特徴とする請求項 3 1 又は 3 2 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 4】 前記入射光処理領域は、0 次光を透過又は吸収する 0 次光用処理部と、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射する回折光用反射部を有することを特徴とする請求項 3 1 ～ 3 3 のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 5】 前記入射光処理領域は、0 次光を散乱又は偏向する 0 次光用処理部を有することを特徴とする請求項 3 1 ～ 3 3 のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 6】 前記入射光処理領域は、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射、偏向又は透過する回折光用処理部を有することを特徴とする請求項 3 5 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 7】 前記信号光ビームが行及び列画素のマトリクスからなる空間光変換器により空間変調され、前記信号光ビームの回折光が前記 0 次光用処理部に照射されないように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 3 4 ～ 3 6 のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 8】 前記空間光変換器の行又は列の伸長方向と前記入射光処理領域の伸長方向とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、前記空間光変換器



と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 3 7 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 3 9】 前記再生波は位相共役波を含むことを特徴とする請求項 3 0 ～ 3 8 のいずれかに記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 4 0】 前記再生波を前記参照光ビームの光路から分離する分離部を有することを特徴とする請求項 3 9 記載のホログラム記録再生装置。

【請求項 4 1】 記録情報を記録媒体内において回折格子の領域として記録するホログラム記録装置であって、

光感応材料からなる記録媒体を装着自在に保持する支持部と、

可干渉性の参照光ビームを発生する光源と、

記録情報に応じて前記参照光ビームを空間的に変調して信号光ビームを生成する空間光変換器を含む信号光生成部と、

前記信号光ビームを収束して前記記録媒体内に入射かつ通過させる集光光学系を含み、前記集光光学系によって前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折格子の領域を形成する集光部と、を有することを特徴とするホログラム記録装置。

【請求項 4 2】 前記記録媒体は、その前記信号光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする請求項 4 1 記載のホログラム記録装置。

【請求項 4 3】 前記入射光処理領域はその一部に線状のトラックの形態を有することを特徴とする請求項 4 2 記載のホログラム記録装置。

【請求項 4 4】 前記入射光処理領域は、前記記録媒体における前記入射光処理領域の位置情報を有することを特徴とする請求項 4 2 又は 4 3 記載のホログラム記録装置。

【請求項 4 5】 前記入射光処理領域は、0 次光を透過又は吸収する 0 次光用処理部と、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射する回折光用反射部を有することを特徴とする請求項 4 2 ～ 4 4 のいずれかに記載のホログラム記録装置。

【請求項 4 6】 前記入射光処理領域は、0 次光を散乱又は偏向する 0 次光

用処理部を有することを特徴とする請求項 4 2 ～ 4 4 のいずれかに記載のホログラム記録装置。

【請求項 4 7】 前記入射光処理領域は、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射、偏向又は透過する回折光用処理部を有することを特徴とする請求項 4 6 記載のホログラム記録装置。

【請求項 4 8】 前記信号光ビームが行及び列画素のマトリクスからなる空間光変換器により空間変調され、前記信号光ビームの回折光が前記 0 次光用処理部に照射されないように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 4 5 ～ 4 7 のいずれかに記載のホログラム記録装置。

【請求項 4 9】 前記空間光変換器の行又は列の伸長方向と前記入射光処理領域の伸長方向とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 4 8 記載のホログラム記録装置。

【請求項 5 0】 記録情報を記録媒体内において記録された回折格子の領域から記録情報を再生するホログラム再生装置であって、

光感応材料からなる記録媒体を装着自在に保持する支持部と、

可干渉性の参照光ビームを発生する光源と、

前記参照光ビームを収束して前記記録媒体内に入射かつ通過させる集光光学系を含み、前記集光光学系によって前記参照光ビームを前記回折格子の領域に照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめる集光部と、

前記再生波により結像された記録情報を検出する検出部と、を有することを特徴とするホログラム再生装置。

【請求項 5 1】 前記記録媒体は、その前記信号光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする請求項 5 0 記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 2】 前記入射光処理領域はその一部に線状のトラックの形態を有することを特徴とする請求項 5 1 記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 3】 前記入射光処理領域は、前記記録媒体における前記入射光

処理領域の位置情報を有することを特徴とする請求項 5 1 又は 5 2 記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 4】 前記入射光処理領域は、0 次光を透過又は吸収する 0 次光用処理部と、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射する回折光用反射部を有することを特徴とする請求項 5 1 ～ 5 3 のいずれかに記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 5】 前記入射光処理領域は、0 次光を散乱又は偏向する 0 次光用処理部を有することを特徴とする請求項 5 1 ～ 5 3 のいずれかに記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 6】 前記入射光処理領域は、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射、偏向又は透過する回折光用処理部を有することを特徴とする請求項 5 5 記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 7】 前記信号光ビームが行及び列画素のマトリクスからなる空間光変換器により空間変調され、前記信号光ビームの回折光が前記 0 次光用処理部に照射されないように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 5 4 ～ 5 6 のいずれかに記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 8】 前記空間光変換器の行又は列の伸長方向と前記入射光処理領域の伸長方向とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、前記空間光変換器と前記記録媒体とが相対的に配置されていることを特徴とする請求項 5 7 記載のホログラム再生装置。

【請求項 5 9】 前記再生波は位相共役波を含むことを特徴とする請求項 5 0 ～ 5 8 のいずれかに記載のホログラム再生装置。

【請求項 6 0】 前記再生波を前記参照光ビームの光路から分離する分離部を有することを特徴とする請求項 5 9 記載のホログラム再生装置。

【請求項 6 1】 可干渉性の光ビームの照射によって記録情報を記録自在な光感応材料からなる記録媒体であって、光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする記録媒体。

【請求項 6 2】 前記入射光処理領域はその一部に線状のトラックの形態を有することを特徴とする請求項 6 1 記載の記録媒体。

【請求項 6 3】 前記入射光処理領域は、前記記録媒体における前記入射光処理領域の位置情報を有することを特徴とする請求項 6 1 又は 6 2 記載の記録媒体。

【請求項 6 4】 前記入射光処理領域は、0 次光を透過又は吸収する 0 次光用処理部と、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射する回折光用反射部を有することを特徴とする請求項 6 2 ～ 6 4 のいずれかに記載の記録媒体。

【請求項 6 5】 前記入射光処理領域は、0 次光を散乱又は偏向する 0 次光用処理部を有することを特徴とする請求項 6 2 ～ 6 4 のいずれかに記載の記録媒体。

【請求項 6 6】 前記入射光処理領域は、前記 0 次光用処理部を画定し回折光を反射、偏向又は透過する回折光用処理部を有することを特徴とする請求項 6 5 記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は光感応材料からなる記録媒体いわゆるホログラフィックメモリに関し、特にホログラフィックメモリを利用するホログラム記録再生方法及び光情報記録再生装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

ホログラムの原理を利用したデジタル情報記録システムとして、体積ホログラフィック記録システムが知られている。このシステムの特徴は、記録情報をフォトリフラクティブ材料などの光感応材料からなる記録媒体に屈折率の変化として記録することである。

【0 0 0 3】

従来のホログラム記録再生法の 1 つにフーリエ変換を用いて記録再生する方法がある。

図 1 に示すように、従来の 4 f 系ホログラム記録再生装置において、レーザ光源 1 1 から発せられたレーザ光ビーム 1 2 は、ビームスプリッタ 1 3 において光 1 2 a、1 2 b とに分割される。光 1 2 a は、ビームエキスパンダ B X でビーム径を拡大されて、平行光として、透過型の T F T 液晶表示装置 (L C D) のパネルなどの空間光変換器 S L M に照射される。空間光変換器 S L M は、エンコーダーで信号変換された記録すべき情報を電気信号として受け取って、2 次元データすなわち平面上に明暗のドットパターンなどの記録情報を形成する。光 1 2 a は、空間光変換器 S L M を透過すると、光変調されて、データ信号成分を含む信号光となる。ドットパターン信号成分を含んだ信号光 1 2 a は、その焦点距離  $f$  だけ離しておいたフーリエ変換レンズ 1 6 を通過してドットパターン信号成分がフーリエ変換されて、記録媒体 1 0 内に集光される。一方、ビームスプリッタ 1 3 において分割された光ビーム 1 2 b は、参照光としてミラー 1 8、1 9 によって記録媒体 1 0 内に導かれて、信号光 1 2 a の光路と記録媒体 1 0 の内部で交差し干渉して光干渉パターンを形成し、光干渉パターン全体を屈折率の変化 (屈折率格子) などの回折格子として記録する。

#### 【0 0 0 4】

このように、コヒーレントな平行光で照明されたドットパターンデータからの回折光をフーリエ変換レンズで結像し、その焦点面すなわちフーリエ面上の分布に直してフーリエ変換の結果の分布をコヒーレントな参照光と干渉させてその干渉縞を焦点近傍の記録媒体に記録する。1 ページ目の記録が終了したら、回動ミラーを所定量回転し、かつ、その位置を所定量平行移動させ記録媒体 1 0 に対する参照光 1 2 b の入射角度を変化させ、2 ページ目を同じ手順で記録する。このように逐次記録を行うことにより角度多重記録を行う。

#### 【0 0 0 5】

一方で、再生時には逆フーリエ変換を行いドットパターン像を再生する。情報再生においては、図 1 に示すように、例えば、空間光変換器 S L M によって信号光 1 2 a の光路を遮断して、参照光 1 2 b のみを記録媒体 1 0 へ照射する。再生時には、再生するページを記録した時の参照光と同じ入射角度になるように、ミラーの位置と角度をミラーの回動と直線移動を組み合わせで変化させ制御する。

参照光 1 2 b の照射された記録媒体 1 0 の反対側には、記録された光干渉パターンを再現した再生光が現れる。この再生光を逆フーリエ変換レンズ 1 6 a に導いて、逆フーリエ変換するとドットパターン信号を再現することができる。さらに、このドットパターン信号を焦点距離位置の電荷結合素子 C C D などの光検出器 2 0 によって受光して、電気的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコーダに送ると、元のデータが再生される。

## 【 0 0 0 6 】

図 2 に示すように、従来は記録媒体内のある体積中に情報を高密度で記録するために角度多重や、波長多重を用いて数 mm 角程度の体積中に多重記録を行っていた。このため角度選択性や波長選択性を確保するために、信号光と参照光の可干渉長を長くかつ、広く取っていた。このため記録に用いる光量単位あたりの強度が低下する。また高密度記録のためには多重記録する必要があるので消去時定数の大きい多重の行いやすいものが要求される。

## 【 0 0 0 7 】

従来の装置では高性能のフーリエ変換レンズ及び逆フーリエ変換レンズの 2 つが必要であり、さらに記録再生において参照光の制御に高精度のページング制御機構を設置する必要がある、システムの小型化に不利である問題が一例として挙げられる。

## 【 0 0 0 8 】

## 【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明の解決しようとする課題には、小型化が可能なホログラム記録媒体へのホログラム記録再生方法及びホログラム記録再生装置を提供することが一例として挙げられる。

## 【 0 0 0 9 】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明のホログラム記録再生方法は、可干渉性の参照光ビームを記録情報に応じて空間的に変調して信号光ビームを生成し、前記信号光ビームを収束して、光感応材料からなる記録媒体に入射かつ通過させ、前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンに

よる回折格子の領域を形成する記録行程と、

前記参照光ビームを前記回折格子の領域に照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめる再生行程と、を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

請求項 1 1 に記載の発明のホログラム記録方法は、可干渉性の参照光ビームを記録情報に応じて空間的に変調して信号光ビームを生成し、前記信号光ビームを収束して、光感応材料からなる記録媒体に入射かつ通過させ、前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折格子の領域を形成することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 0 に記載の発明のホログラム再生方法は、可干渉性の参照光ビームを記録情報に応じて空間的に変調して信号光ビームを生成し、前記信号光ビームを収束して、光感応材料からなる記録媒体に入射かつ通過させ、前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に形成された光干渉パターンによる回折格子の領域に、前記参照光ビームを、照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 0 に記載の発明のホログラム記録再生装置は、記録情報を記録媒体内において回折格子の領域として記録し、前記回折格子の領域から記録情報を再生するホログラム記録再生装置であって、

光感応材料からなる記録媒体を装着自在に保持する支持部と、

可干渉性の参照光ビームを発生する光源と、

記録情報に応じて前記参照光ビームを空間的に変調して信号光ビームを生成する空間光変換器を含む信号光生成部と、

前記信号光ビーム又は前記参照光ビームを収束して前記記録媒体内に入射かつ通過させる集光光学系を含み、前記集光光学系によって前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折格子の領域を形成し、又は、前記参照光ビームを前記回折格子の領域に照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめる集光部と、

前記再生波により結像された記録情報を検出する検出部と、を有することを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

請求項 4 1 に記載の発明のホログラム記録装置は、記録情報を記録媒体内において回折格子の領域として記録するホログラム記録装置であって、

光感応材料からなる記録媒体を装着自在に保持する支持部と、

可干渉性の参照光ビームを発生する光源と、

記録情報に応じて前記参照光ビームを空間的に変調して信号光ビームを生成する空間光変換器を含む信号光生成部と、

前記信号光ビームを収束して前記記録媒体内に入射かつ通過させる集光光学系を含み、前記集光光学系によって前記記録媒体の内部の前記信号光ビームの 0 次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折格子の領域を形成する集光部と、を有することを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 5 0 に記載の発明のホログラム再生装置は、記録情報を記録媒体内において記録された回折格子の領域から記録情報を再生するホログラム再生装置であって、

光感応材料からなる記録媒体を装着自在に保持する支持部と、

可干渉性の参照光ビームを発生する光源と、

前記参照光ビームを収束して前記記録媒体内に入射かつ通過させる集光光学系を含み、前記集光光学系によって前記参照光ビームを前記回折格子の領域に照射して前記信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめる集光部と、

前記再生波により結像された記録情報を検出する検出部と、を有することを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 6 1 に記載の発明の記録媒体は、可干渉性の光ビームの照射によって記録情報を記録自在な光感応材料からなる記録媒体であって、光ビームの入射側の反対側に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域が設けられたことを特徴とする。



## 【0 0 1 6】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を添付図面を参照しつつ説明する。

ホログラム記録再生システムの方法の1つに位相共役波による記録再生方法が考えられる。この位相共役波による再生方法を実現するために、記録時に参照光を用いずに、信号光のみ、すなわち信号光の0次光と回折光を用い、また、再生時には、参照光のみを記録媒体に照射することにより、その波面に位相の乱れが補償された位相共役光の再生光を得る。よって、対物レンズなど集光レンズに高い性能を必要とせず簡便なレンズで構成することができる装置の簡素化及び小型化には非常に有効な記録再生法である。記録媒体には、フォトリフラクティブ材料、ホールバーニング材料、フォトクロミック材料などの光感応材料が使用される。

## 【0 0 1 7】

位相共役光再生法においては、一般的には記録及び再生時には両方とも同じ参照光が必要であるが、本実施形態では記録時に参照光を用いず、その代わりに、信号光のみを記録媒体へ垂直入射させて、信号光の0次光と回折光との干渉により屈折率格子を生成して記録し、参照光照射のみでかかる屈折率格子から位相共役波を再生する。そのため信号光を記録媒体の主面に垂直に入射し、そのビームウエストに平面鏡を配置する。

## 【0 0 1 8】

図3に実施形態のホログラム記録再生装置を示す。光源11には、例えば波長850nmのDBR (Distributed Bragg Reflector) レーザを近赤外レーザ光源として用いる。参照光ビーム12の光路上には、シャッタSHs、ビームエキスパンダBX、空間光変換器SLM、ビームスプリッタ15、集光レンズ160が配置されている。シャッタSHsはコントローラ32に制御され、記録媒体への光ビームの照射時間を制御する。

## 【0 0 1 9】

ビームエキスパンダBXは、シャッタSHsを通過した光ビーム12の径を拡大して平行光線とし空間光変換器SLMに垂直入射するように照射する。空間光

変換器 S L M は、エンコーダ 2 5 より受けた 2 次元平面ページに対応する単位ページ系列の電氣的なデータを受けて、明暗のドットマトリクス信号を表示する。参照光ビームは、データが表示されている空間光変換器 S L M を通過すると光変調されて、データをドットマトリクス成分として含む信号光 1 2 a となる。さらに集光レンズ 1 6 0 は、ビームスプリッタ 1 5 を透過した信号光 1 2 a のドットマトリクス成分をフーリエ変換するとともに、記録媒体 1 0 の装着位置の後方に焦点を結ぶように集光する。集光レンズ 1 6 0 により、シャッタ S H s が開いたとき、信号光 1 2 a 又は参照光ビーム 1 2 が記録媒体 1 0 の主面に所定入射角度例えば零度で照射される。ビームスプリッタ 1 5 は後述する位相共役波を、C C D などの光電変換器の光検出器 2 0 へ供給する。空間光変換器 S L M 及び C C D 2 0 は、集光レンズ 1 6 0 の焦点距離に配置されている。

## 【 0 0 2 0 】

さらに、ビームスプリッタ 1 5 は位相共役波を C C D 2 0 に送り得る位置に配置されている。C C D 2 0 にはデコーダ 2 6 が接続される。デコーダ 2 6 はコントローラ 3 2 へ接続される。なお、あらかじめ記録媒体 1 0 にフトリフラクティブ結晶の種類に対応した標識を付してある場合、記録媒体 1 0 がこれを移動させる支持部である可動ステージ 6 0 上に装着されると、コントローラ 3 2 は適当なセンサにより自動的にこの標識を読み取り、記録媒体の移動を制御することが可能である。

## 【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように、記録媒体 1 0 の入射側の反対側には、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を記録媒体 1 0 内部に戻す回折光用反射部 R 2 を含む入射光処理領域 R が設けられている。入射光処理領域 R は、記録時に信号光を再生時に参照光を処理するために設けられている。入射光処理領域 R は、0 次光が透過する開口と、この開口を画定し回折光を反射する回折光用反射部 R 2 と、からなる。また、入射光処理領域 R は、回折光用反射部 R 2 と入射光処理が異なればよく、開口に代えて 0 次光を吸収する材料を設けることもできる。すなわち、入射光処理領域 R は回折光用反射部 R 2 に画定される 0 次光を透過又は吸収する領域であればよい。

## 【 0 0 2 2 】

記録の行程手順について述べる。

まず、図 3 に示す記録媒体 1 0 を保持している可動ステージ 6 0 をコントローラ 3 2 で位置制御して、対象としている記録媒体 1 0 を所定位置へに移動する。次に、記録信号をエンコーダ 2 5 より空間光変調器 S L M へ送出し、空間光変調器 S L M が所定パターンを表示する。そこでシャッタ S H s を開放して信号光 1 2 a を記録媒体 1 0 へ照射して記録を開始する。次に、コントローラ 3 2 により制御された所定時間記録し、すなわち干渉させる。次に、シャッタ S H s を閉鎖する。1 ページ目の記録が終了したら、記録媒体 1 0 を所定量移動し（図 3 の y 方向へ）記録媒体 1 0 に対する信号光 1 2 a の位置を変化させ、2 ページ目を同じ手順で記録する。このように逐次記録を行うことにより記録を行う。

## 【 0 0 2 3 】

このように、記録時には、図 4 に示すように、空間光変換器 S L M からの信号光 1 2 a 自身の 0 次及び回折光並びに回折光用反射部 R 2 で反射した回折光が記録媒体 1 0 内で干渉し 3 次元干渉パターンが生じる。フーリエ面にフーリエ変換パターンが生成されるので、記録媒体 1 0 にはフーリエ変換パターンに至る前の信号光の 0 次光及び回折光並びに反射回折光の干渉縞として記録される。そして、図 5 に示すように、フォトリフラクティブ効果により記録媒体 1 0 内に屈折率格子領域が形成される。

## 【 0 0 2 4 】

図 6 は信号光 1 2 a の光軸方向から見た記録媒体 1 0 と空間光変換器 S L M とを並べて示す図である。図示のように、記録媒体 1 0 入射側の反対側の回折光用反射部 R 2 は、信号光 1 2 a の 0 次光が主として透過できる開口として機能するトラック T R を画定している。トラック T R は図の y 方向へ伸長している。トラック T R は間欠的に複数を線状にして設けることができ、これによって、入射光処理領域 R の記録媒体における位置情報をトラック T R に担持させることができる。記録媒体 1 0 及び空間光変換器 S L M は、トラック T R の伸長方向  $D_{TR}$  と空間光変換器 S L M の画素マトリクスの行又は列の伸長方向  $D_{SLM}$  とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、相対的に配置されている。この構成は以下の理由

による。

#### 【 0 0 2 5 】

一般に、空間光変換器 S L M により記録ページデータに応じて各画素毎の透過／非透過となる 2 次元ドットパターンにより空間変調された後、フーリエ変換レンズによりフーリエ変換され、記録媒体 1 0 に集光され、フーリエ面 F F で光強度の高い点像として結像される。図 7 に示すように、ホログラム記録において光空間変調器でフーリエ変換された信号光は、光空間変調器の画素の繰り返し（ピッチ  $a$  とする）による 1 次回折光が最高周波数成分となる。可干渉光で干渉させ記録媒体 1 0 内で記録をおこなう際、図 7 に示すフーリエ面 F F に空間周波数スペクトル分布光強度が生じる。

#### 【 0 0 2 6 】

記録面の空間周波数 ( $1/a$ )、光の波長 ( $\lambda$ )、フーリエ変換レンズの焦点距離 ( $f$ ) を用いて、フーリエ面での 0 次光と 1 次光の間隔 ( $d_1$ ) は  $d_1 = (1/a) \cdot (\lambda) \cdot (f)$  のように表すことができる。例えば、記録媒体の屈折率が 2 で厚さが 3 mm として、装置の光学系が L C D 1 0 0 0  $\times$  1 0 0 0 光空間変調器で画素ピッチが 1 0  $\mu$  m、信号光波長 5 3 0 nm、焦点距離 1 4 mm である場合、これに対応した間隔 ( $d_1$ ) は上式によると 7 5 0  $\mu$  m 程度でマトリクス状に点像が現れる。よって、信号光の 1 次回折光と 0 次光とで構成される田の字型の空間内に光空間変調器に現れた 2 次元データが分散されていることになる。

#### 【 0 0 2 7 】

このため記録情報の低周波成分は 0 次光の周辺に集中するが、0 次光をあえて透過させ、0 次光の周りに 4 点に現れる残りの 1 次回折光を本実施形態では利用する。 $\theta = 0$  では 4 点の 1 次回折光分布のうち 2 点しか利用できなくなる。1 次回折光を有効に利用するために、記録媒体 1 0 及び空間光変換器 S L M は、トラック T R の伸長方向  $D_{TR}$  と空間光変換器 S L M の画素マトリクスの行又は列の伸長方向  $D_{SLM}$  とが所定角度  $\theta$  ( $\theta \neq 0$ ) で交差するように、相対的に配置されている。

#### 【 0 0 2 8 】

次に、再生の行程手順について述べる。

まず、図 3 に示す記録媒体 1 0 を保持する n 軸可動ステージ 6 0 をコントローラ 3 2 で位置制御して、対象としている記録媒体 1 0 を所定位置へに移動する。次に、シャッタ S H s を開放し、参照光 1 2 を記録媒体 1 0 へ照射して再生を開始する。次に、コントローラ 3 2 により制御された所定時間再生する。以上で再生を完了する。

#### 【 0 0 2 9 】

再生時には、図 8 に示すように、記録媒体 1 0 は装置において、記録時同様に、記録媒体 1 0 を通過する収束した参照光 1 2 が垂直入射するように固定される。よって、参照光のビームウエストの位置に回折光用反射部 R 2 を置くことにより、記録したホログラムから位相共役再生を行う。再生行程において、参照光が記録媒体 1 0 を通過し、回折光用反射部 R 2 で正反射し記録媒体 1 0 に再び通過すると、記録媒体 1 0 より回折光（再生光としての位相共役光）が得られ、記録した屈折率格子から位相共役再生が達成できる。光はビームウエストで収束する球面波から平面波を経て発散する球面波となるので、ビームウエスト位置に当該平面波の波面に平行に平面鏡を配置すれば、当該収束球面波と発散球面波は互いに相似でかつ同軸上にて進行方向が逆の位相共役光が得られる。

#### 【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、この再生光を集光レンズ 1 6 0 がビームスプリッタ 1 5 に導いて、このドットパターン信号を C C D 2 0 の受光器によって受光して、電気的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコーダに送ると、元のデータが再生される。

さらに他の変形例では、図 9 に示すように、記録媒体 1 0 入射側の反対側の回折光用反射部 R 2 に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す第 2 の入射光処理領域として信号光 1 2 a の 0 次光を散乱させる 0 次光用散乱部 S C をトラックに沿って内部に設けることができる。y 方向へ伸長しているトラック状の 0 次光用散乱部 S C は、信号光 1 2 a の 0 次光を記録媒体 1 0 に散乱した状態で戻し、これと、入射 0 次光及び回折光並びに反射回折光との干渉縞としてホログラム記録を達成する。さらに、図 1 0 に示すように、記録媒体 1 0 入

射側の反対側の回折光用反射部 R 2 に、入射光の 0 次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す第 2 の入射光処理領域として信号光 1 2 a の 0 次光を内部に偏向させる傾斜反射面を有する 0 次光用偏向部 R L をトラックに沿って内部に設けることができる。y 方向へ伸長しているトラック状の 0 次光用偏向部 R L は、信号光 1 2 a の 0 次光を記録媒体 1 0 のトラックの一方側に偏らせて反射して戻し、これと、入射 0 次光及び回折光並びに反射回折光との干渉縞としてホログラム記録を達成する。この両変形例は、信号光及び回折光はすべて記録媒体 1 0 内部に戻す構成で、照射光量を有効に使うことができる。

#### 【 0 0 3 1 】

また、上記実施形態では反射型記録媒体 1 0 でホログラム記録を用いていたが、透過型記録媒体を用いても同等の効果を発揮できる。図 1 1 に透過型記録媒体を用いた他の実施形態のホログラム記録再生装置を示す。このホログラム記録再生装置は、ビームスプリッタ 1 3、ミラー 1 8、1 9 からなる参照光を生成する光学系を除いた以外、図 1 に示す装置と同様である。また、記録媒体 1 0 の一方側から光を照射しかつ検出するためのビームスプリッタ 1 5 を用いない以外、図 3 に示す装置と同様である。

#### 【 0 0 3 2 】

記録時には、図 1 1 及び図 1 2 に示すように、空間光変換器 S L M からの信号光 1 2 a 自身の 0 次及び回折光が記録媒体 1 0 内で干渉し 3 次元干渉パターンが生じる。フーリエ面にフーリエ変換パターンが生成されるので、記録媒体 1 0 にはフーリエ変換パターンに至る前の信号光の 0 次光及び回折光の干渉縞として記録される。そして、図 1 3 に示すように、フォトリフラクティブ効果により記録媒体 1 0 内に屈折率格子領域が形成される。

#### 【 0 0 3 3 】

再生時には、図 1 1 及び図 1 4 に示すように、記録媒体 1 0 は装置において、記録時同様に、記録媒体 1 0 を通過する収束した参照光 1 2 が垂直入射するように固定される。再生行程において、参照光 1 2 が記録媒体 1 0 を通過すると、記録媒体 1 0 の屈折率格子の領域より回折光が得られる。参照光 1 2 の照射された記録媒体 1 0 の反対側には、記録された光干渉パターンを再現した再生光が現れ

る。この再生光を逆フーリエ変換レンズ16aに導いて、逆フーリエ変換するとドットパターン信号を再現することができる。さらに、このドットパターン信号を焦点距離位置の光検出器20によって受光して、電気的なデジタルデータ信号に再変換した後、デコーダに送ると、元のデータが再生される。

#### 【0034】

さらに透過型記録媒体を用いた他の変形例では、図15に示すように、記録媒体10入射側の反対側に、入射光の0次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域として信号光12aの0次光のみを散乱させる0次光用散乱部SCをトラック(y方向)に沿って内部に設けることができる。y方向へ伸長しているトラック状の0次光用散乱部SCは、信号光12aの0次光を記録媒体10に散乱した状態で戻し、これと、入射0次光及び回折光との干渉縞としてホログラム記録を達成する。また、図1.6に示すように、記録媒体10入射側の反対側に、入射光の0次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域として信号光12aの0次光のみを内部に反射させる0次光用反射部RRをトラックに沿って内部に設けることができる。y方向へ伸長しているトラック状の0次光用反射部RRは、信号光12aの0次光を記録媒体10のトラック上に反射して戻し、これと、入射0次光及び回折光との干渉縞としてホログラム記録を達成する。さらに、図17に示すように、記録媒体10入射側の反対側に、入射光の0次光と回折光とを分離して一部の光を内部に戻す入射光処理領域として信号光12aの0次光を内部に偏向させる0次光用偏向部RLをトラックに沿って内部に設けることができる。y方向へ伸長しているトラック状の0次光用偏向部RLは、信号光12aの0次光を記録媒体10のトラックの一方側に偏らせて反射して戻し、これと、入射0次光及び回折光との干渉縞としてホログラム記録を達成する。これらの変形例は、信号光の0次光のみを記録媒体10内部に戻す構成で、照射光量を有効に使うことができる。

#### 【0035】

なお、上記実施形態では、ホログラム記録再生方法及びホログラム記録再生装置を例に説明したが、本発明は、明らかに、ホログラム記録方法、ホログラム再生方法、ホログラム記録装置及びホログラム再生装置を含む。また、上記実施形

態では、2次元データに応じて空間的に変調したいわゆる2次元変調の実施例を説明したが、本発明は1次元データに応じて空間的に変調した1次元変調のホログラム記録再生にも応用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来のホログラム記録再生システムを示す概略構成図。

【図2】

ホログラム記録媒体を示す概略断面図。

【図3】

本発明による実施形態のホログラム記録再生装置を説明する概略構成図。

【図4】

本発明による実施形態のホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略断面図。

【図5】

本発明による実施形態のホログラム記録媒体を示す概略断面図。

【図6】

本発明による実施形態のホログラム記録媒体と空間光変換器との関係を説明する概略平面図。

【図7】

本発明によるホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略斜視図。

【図8】

本発明による実施形態のホログラム記録再生装置における再生行程を説明する概略断面図。

【図9】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略断面図。

【図10】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置における記録行程を説明



する概略断面図。

【図 1 1】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置を説明する概略構成図。

【図 1 2】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略断面図。

【図 1 3】

本発明による他の実施形態のホログラム記録媒体を示す概略断面図。

【図 1 4】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置における再生行程を説明する概略断面図。

【図 1 5】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略断面図。

【図 1 6】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略断面図。

【図 1 7】

本発明による他の実施形態のホログラム記録再生装置における記録行程を説明する概略断面図。

【符号の説明】

- 1 0 記録媒体
- 1 1 レーザ光源
- 1 2 参照光
- 1 2 a 信号光
- 1 5 ビームスプリッタ
- 1 6 フーリエ変換レンズ
- 2 0 CCD、光検出器
- 2 5 エンコーダ

2 6 デコーダ

3 2 コントローラ

6 0 可動ステージ

B X ビームエキスパンダ

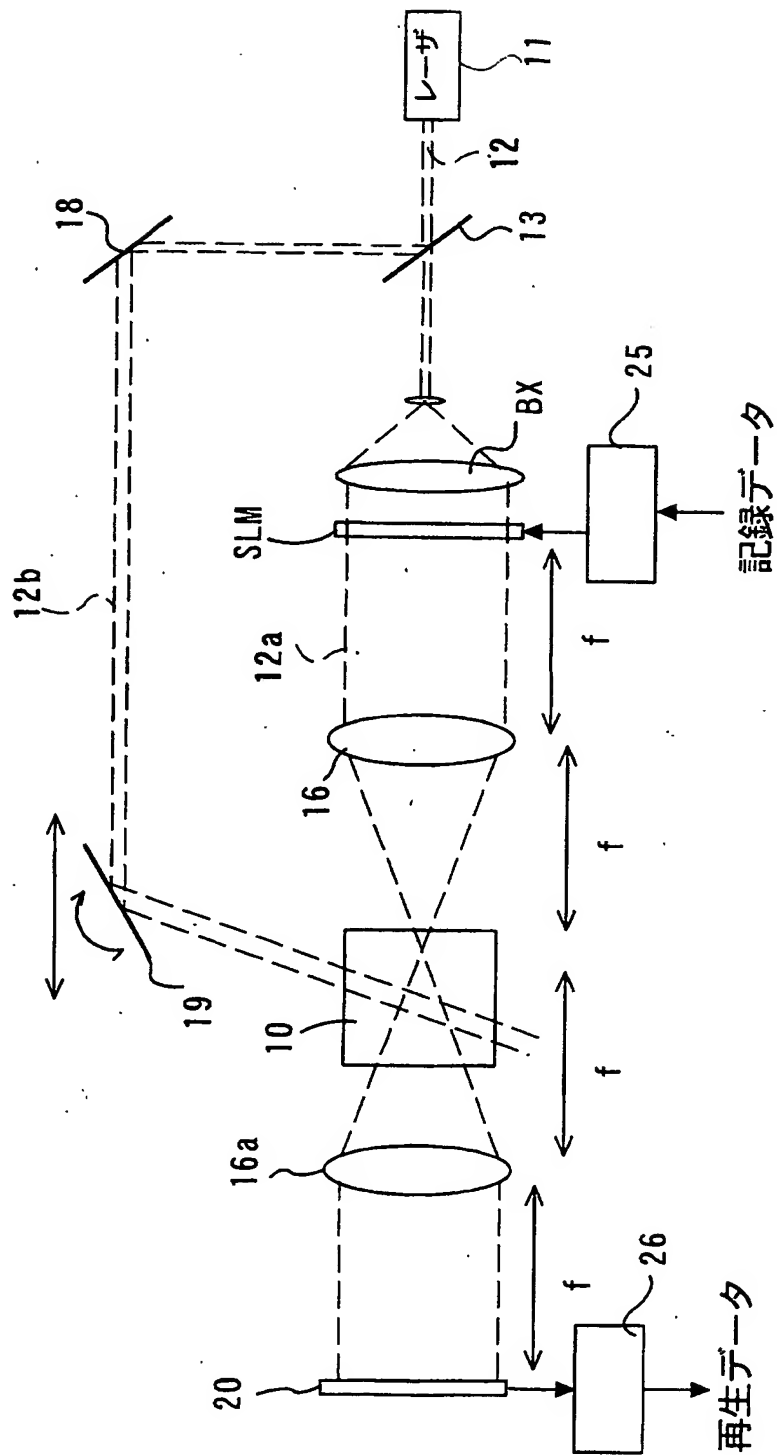
S L M 空間光変換器

S H s シャッタ

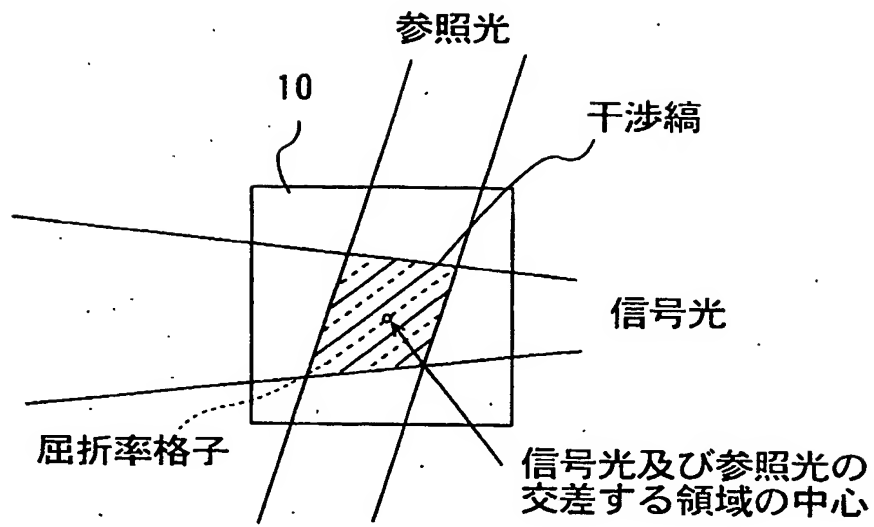
【書類名】

図面

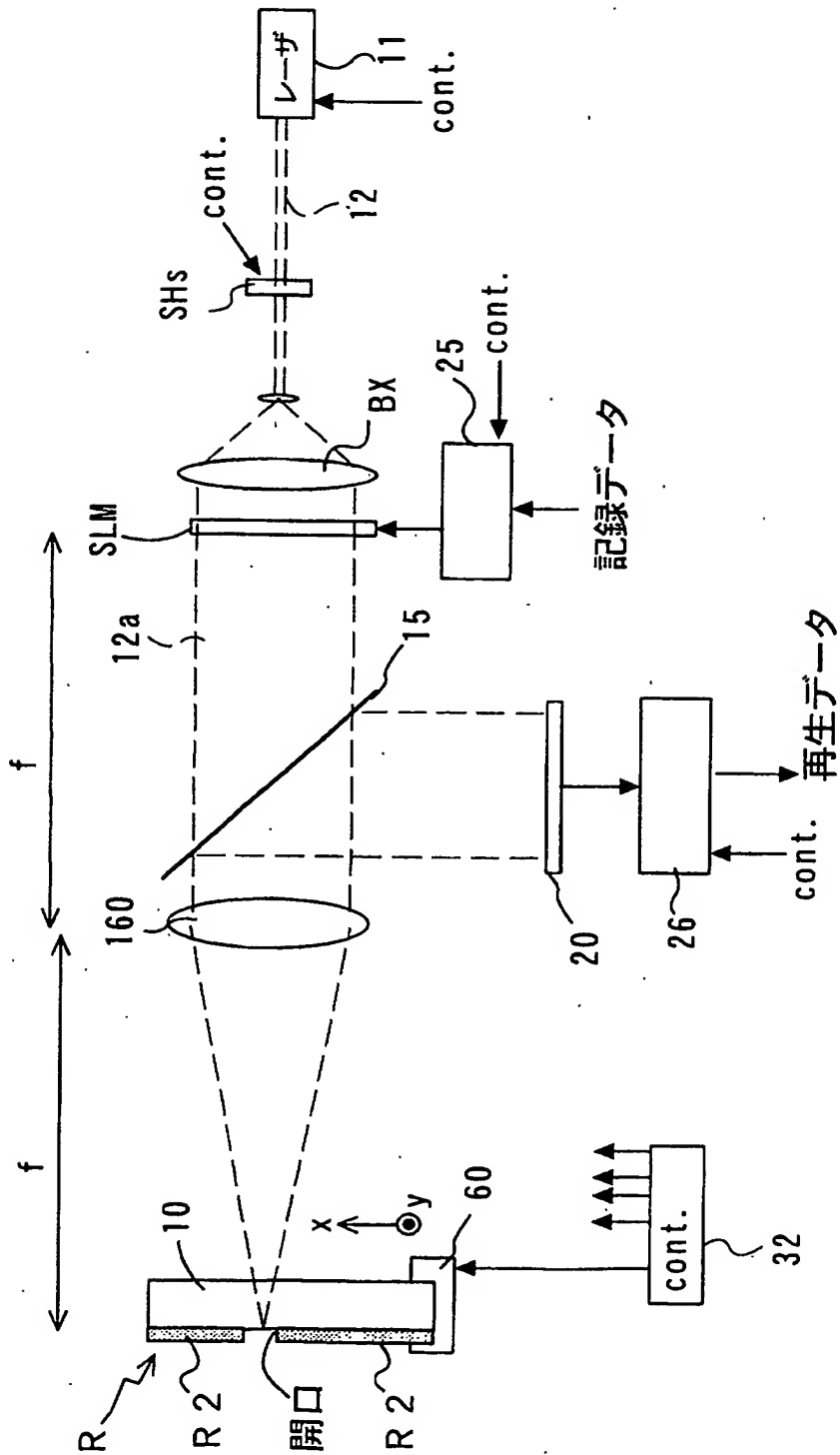
【图 1】



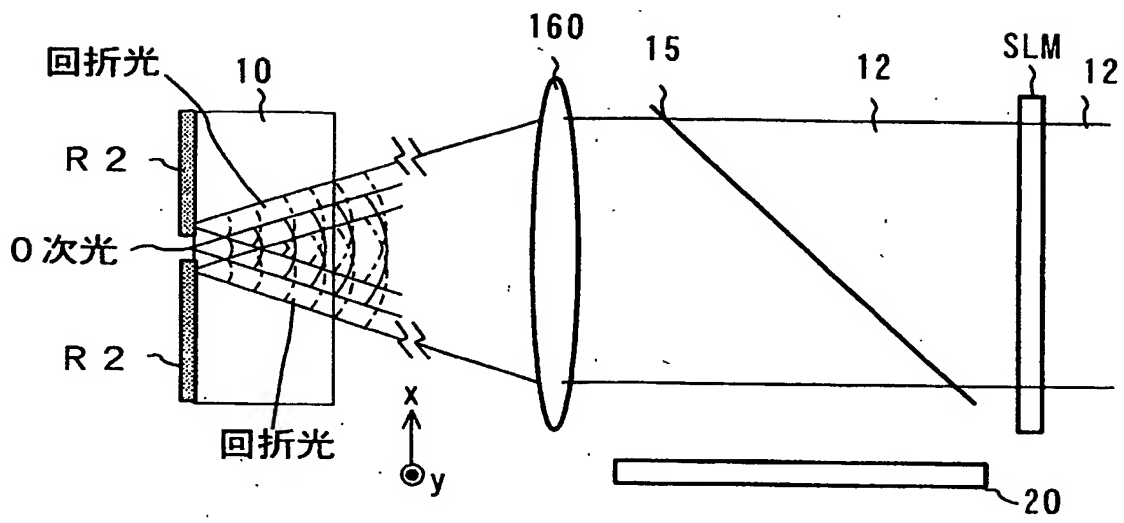
【図 2】



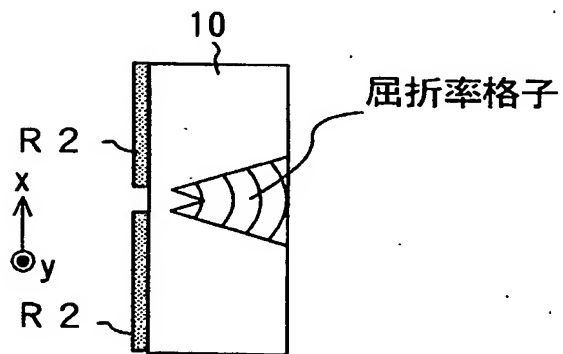
【図3】



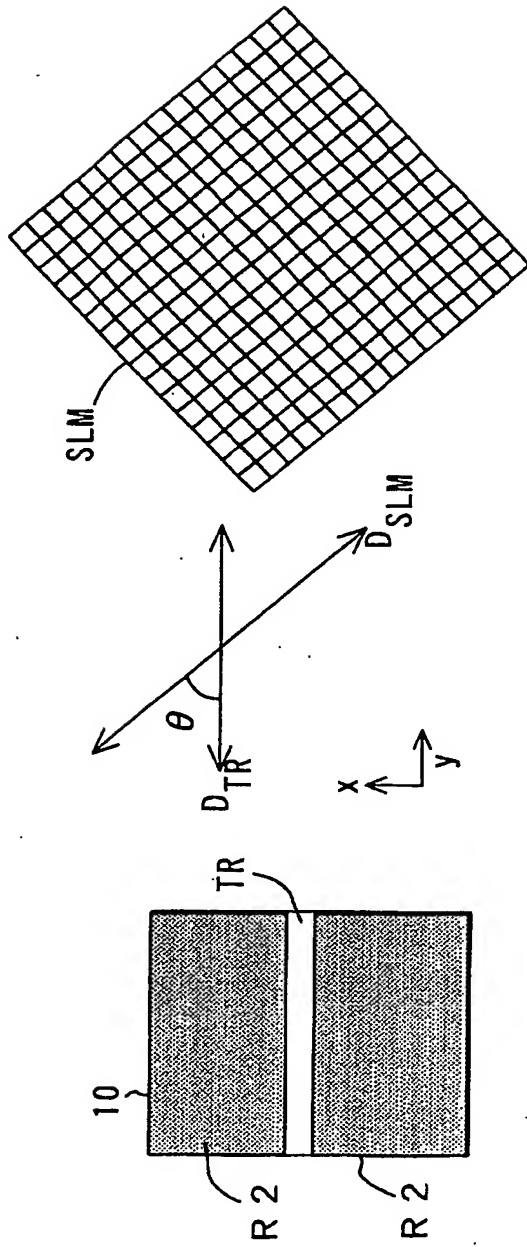
【図 4】



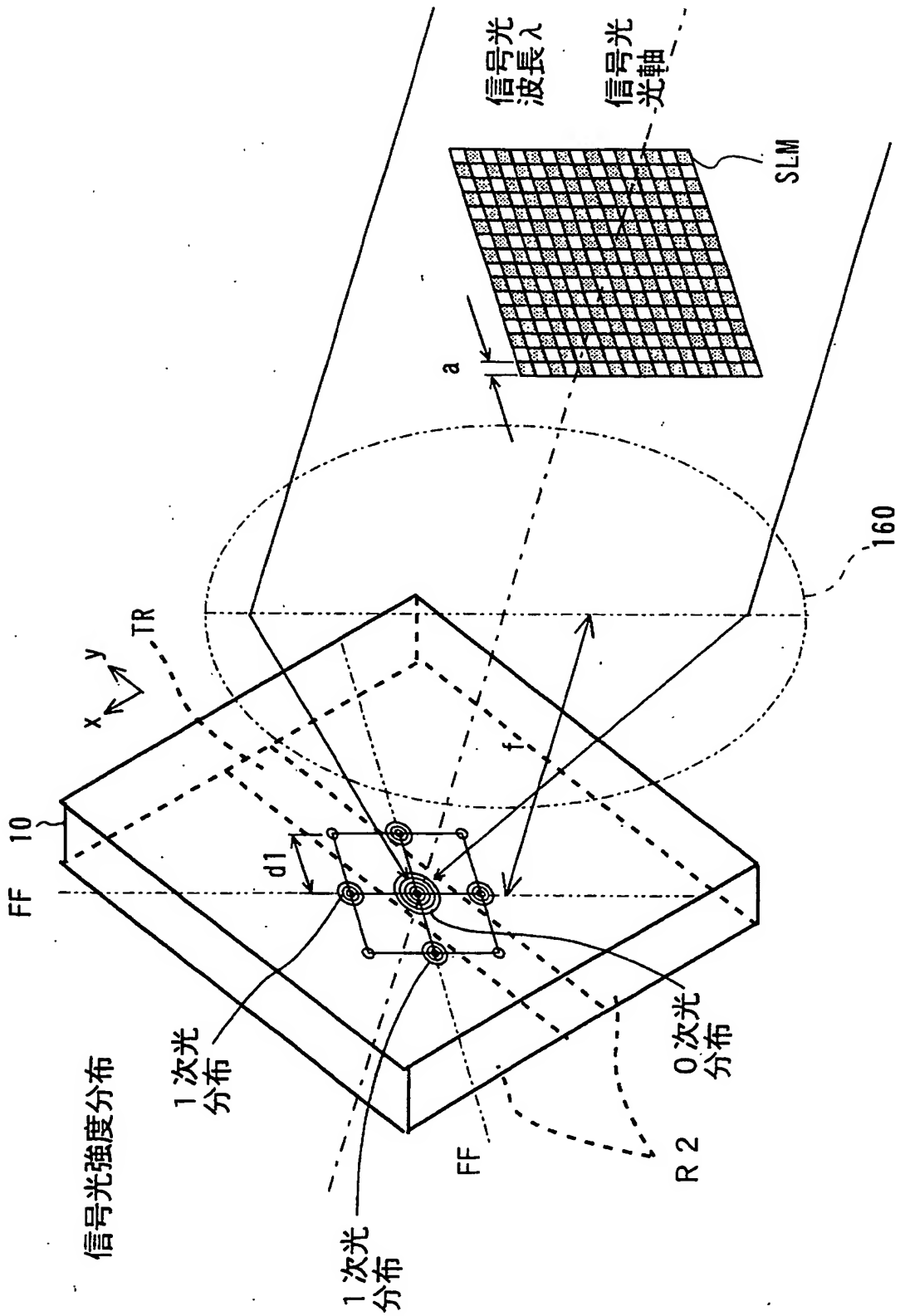
【図 5】



【図 6】

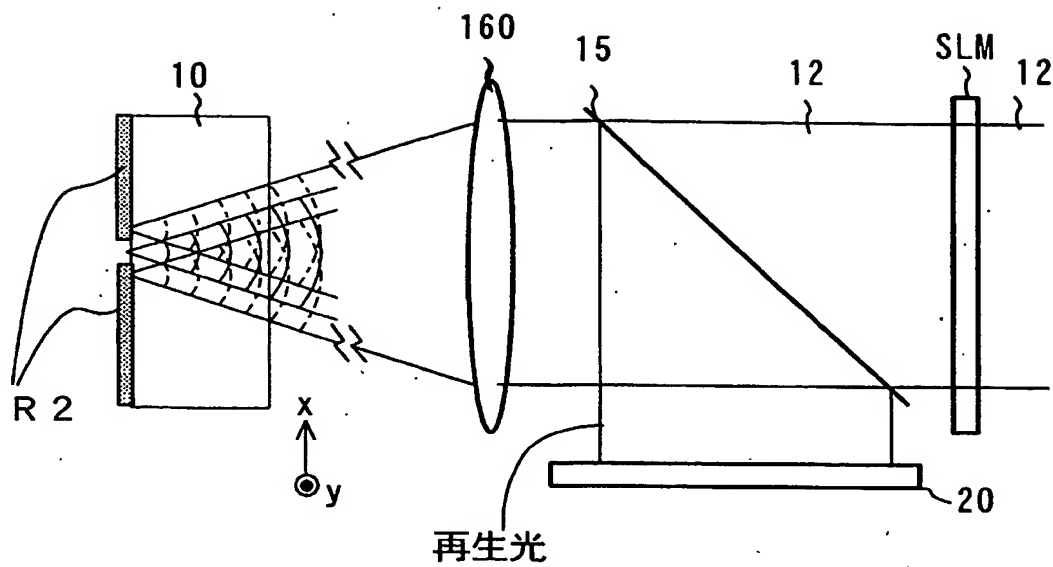


【図 7】

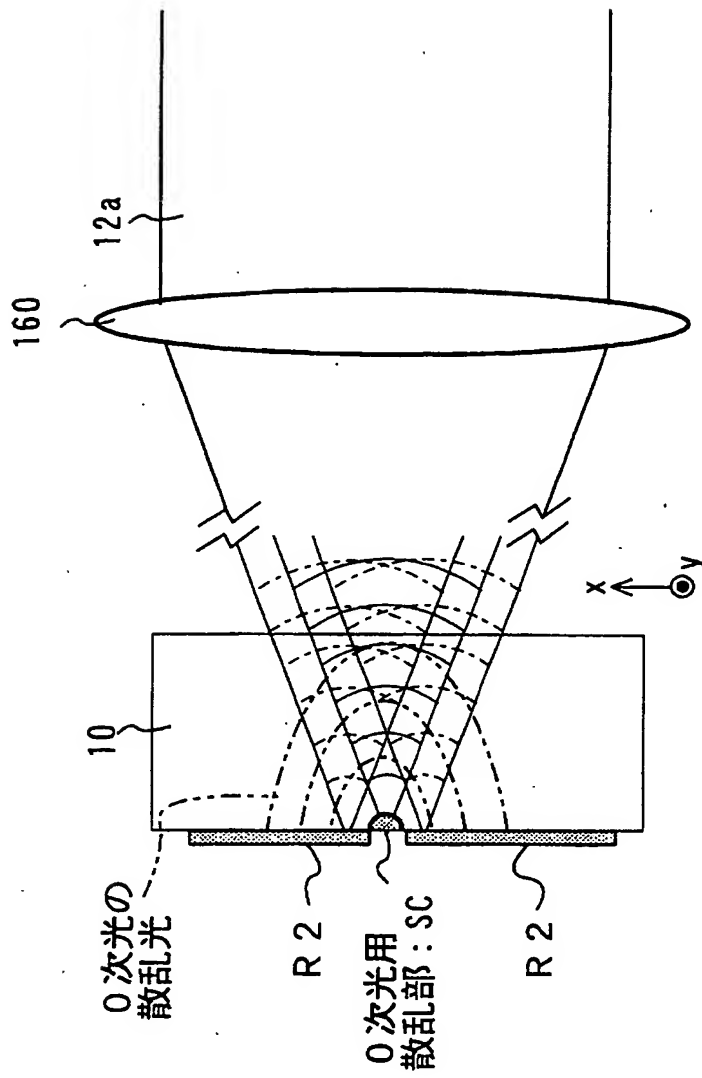




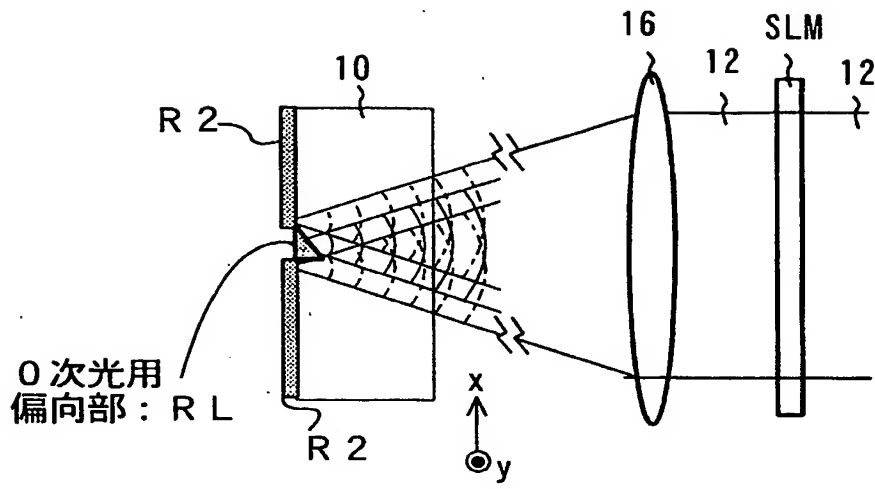
【図 8】



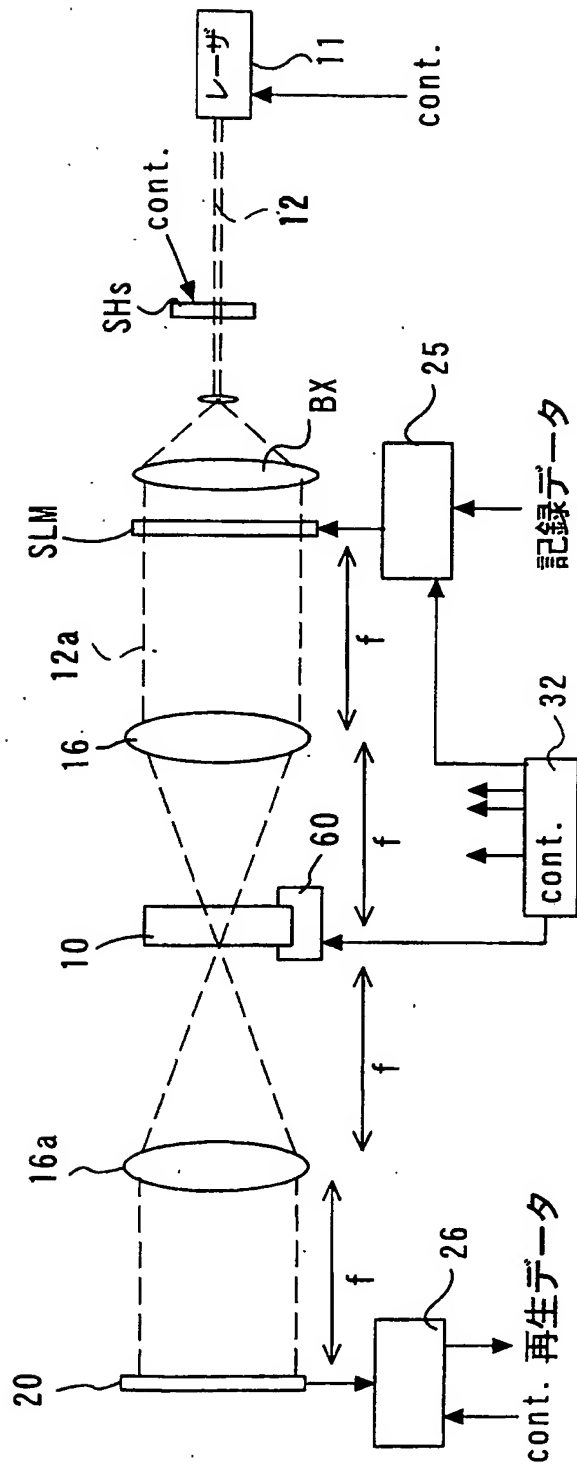
【図 9】



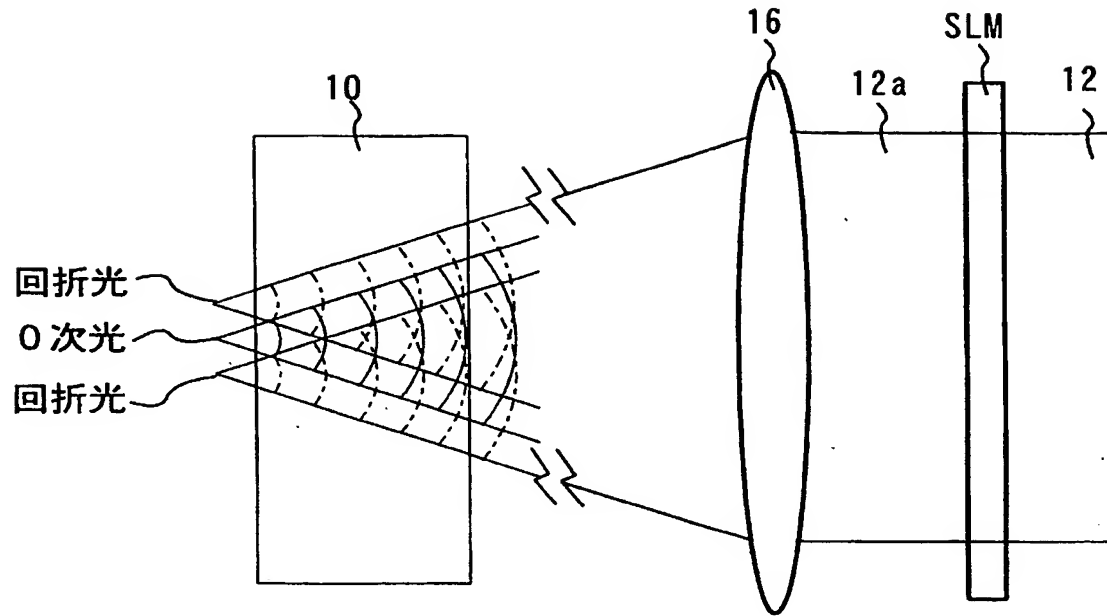
【図10】



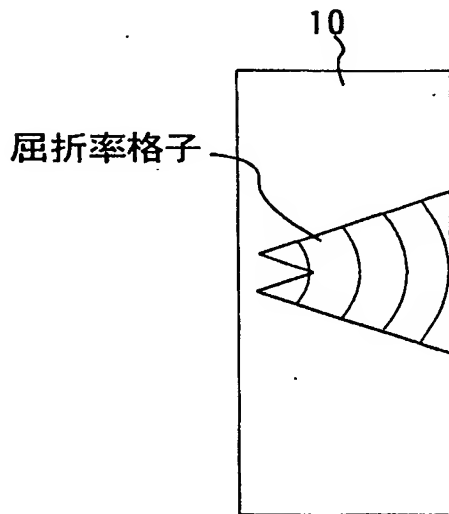
【図 11】



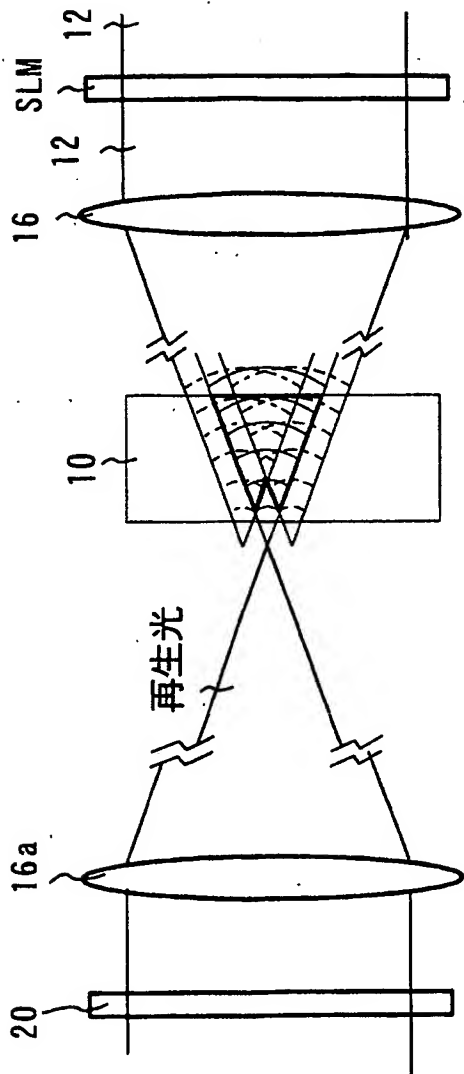
【図 1 2】



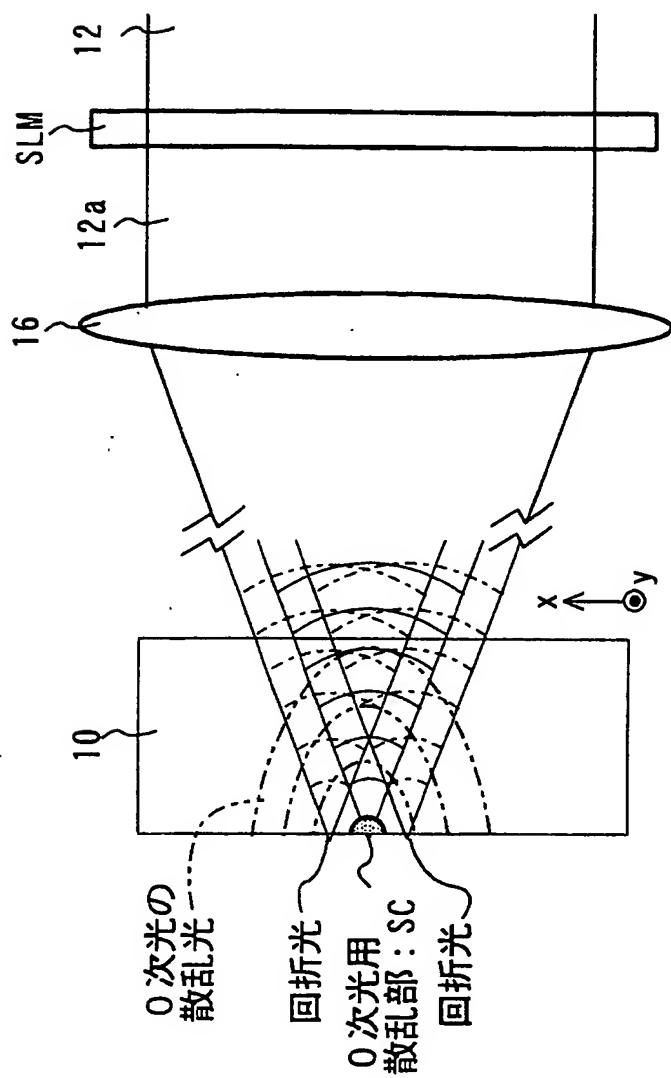
【図 1 3】



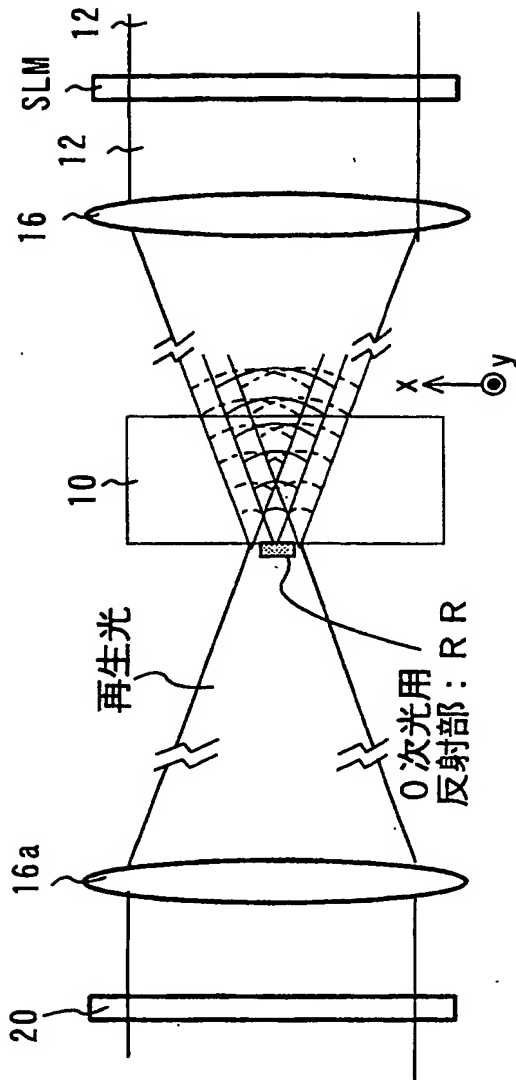
【図 14】



【図15】

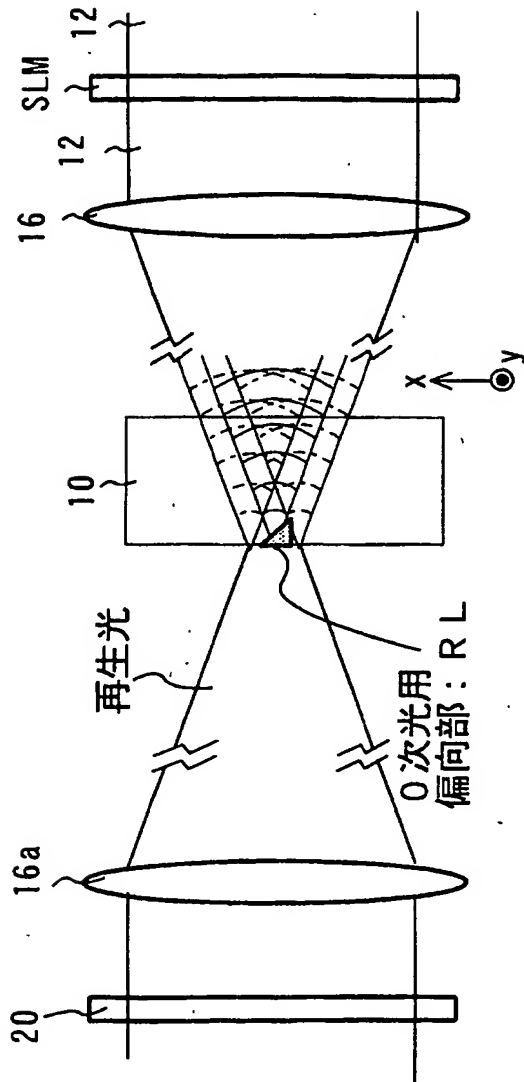


【図 1 6】





【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 小型化が可能なホログラム記録媒体へのホログラム記録再生方法を提供する。

【解決手段】、可干渉性の参照光ビームを記録情報に応じて空間的に変調して信号光ビームを生成し、信号光ビームを収束して、光感応材料からなる記録媒体に入射かつ通過させ、記録媒体の内部の信号光ビームの0次光及び回折光が干渉する部位に光干渉パターンによる回折格子の領域を形成する記録行程と、参照光ビームを回折格子の領域に照射して信号光ビームに対応する再生波を生ぜしめる再生行程と、を含む。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005016]

1. 変更年月日 1990年 8月31日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都目黒区目黒1丁目4番1号  
氏 名 パイオニア株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**